

Tiszántúli öntözött talajok kémiai tulajdonságainak változása különböző minőségű öntözővizek hatására

FILEP GYÖRGY

*Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet,
Debrecen*

Az öntözővíz és a talaj bonyolult kölcsönhatásának eredményeként várható változások megítéléséhez — elméleti megfontolások és laboratóriumi kísérletek mellett — olyan vizsgálatok és megfigyelések is szükségesek, melyek az öntözött talaj kémiai és fizikai jellemzőinek szántóföldi körülmények között bekövetkezett változásait, s ezen keresztül az uralkodó folyamatok jellegét, mértékét és irányát kifejezésre juttatják. Ilyen megfigyelések azért is jelentősek, mert számos esetben nagymértékű eltérés tapasztalható az elméleti összefüggések alapján számított értékek és a szántóföldön megállapított tényleges változások között.

Az öntözött területeken végbemenő kémiai és fizikai-kémiai folyamatok közül — mint ismeretes — a talaj oldható sóinak és kicserélhető kationjainak mennyiségi és minőségi változása a legjelentősebb, mely nagymértékben függ az öntözővíz kémiai összetételétől, alkalmazási körülményeitől s az öntözött talaj jellemző tulajdonságaitól.

A talajok sóforgalmának meghatározott feltételek melletti tanulmányozásával számos külföldi és hazai kutató foglalkozott [4, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 20]. A különféle oldott sókat tartalmazó öntözővizeknek a talaj kicserélhető kation-összetételére gyakorolt hatásával kapcsolatosan már kevesebb szabadföldi adat áll rendelkezésre. Ilyen irányú megfigyeléseket többek között JACOBS et al. [10], LONGENECKER-LYRELY [12], THORNE és THORNE [18], illetve ARANY [1, 2], SZABOLCS [16, 17] és DARAB [6] végeztek, s az öntözővíz nátriumszázaléka (vagy nátriumadszorpciós aránya) valamint a talaj oldható és kicserélhető Na-tartalma közötti összefüggéseket vizsgálták.

Jelen munkánkban a Tiszántúlon gyakorlatban alkalmazott különböző minőségű öntözővizeknek a talaj kémiai tulajdonságaira, elsősorban só- és Na-tartalmára kifejtett hatásával, s a talaj-víz-növény-éghajlat-hidrológiai viszonyok stb. sokrétű egymásrahatása során bekövetkezett fontosabb kémiai változásokkal kapcsolatosan kívántunk további adatokat szolgáltatni.

Vizsgálati anyag és módszerek

A Tiszántúl különböző helyein több éve üzemelő 16 öntözőtelep talajtani vizsgálatát végeztük el. A talajok nagyrésze 3–8 évi időtartamig állt az öntözővíz hatása alatt, s az öntözési módok közül felületi, árasztásos és csóztető

öntözési mód szerepelt. A területek öntözésére 14 különböző vízforrást használtak.

A vizsgálati helyeket úgy igyekeztünk kiválasztani, hogy különböző talaj és öntözővízféleségek legyenek képviselve. A talajmintákat minden esetben az öntözött és a közvetlenül mellette fekvő nem öntözött területekről vettük. (A mintavétel ideje valamennyi esetben szeptember-október hónap volt).

A vizek és a talajok általános jellemzőinek vizsgálatát a szokásosan használt módszerekkel [3], a kicserélhető kationokat Mehlich szerint, a vízben oldható sók mennyiségét és minőségét pedig 1 : 5 arányú vizeskivonat elemzésével határoztuk meg.

Tekintettel arra, hogy elsősorban az öntözővíznek a talaj kémiai sajátosságaira gyakorolt közvetlen hatásait (a kicserélhető Na-tartalomban, s a só-tartalomban az öntözés ideje alatt bekövetkezett változásokat) kívántuk figyelemmel kísérni, a talajmintavétel általában 150 cm-es mélységig történt.

Eredmények és azok értékelése

A talajok közelítő jellemzése céljából, az összehasonlítási alapul szolgáló, nem öntözött területek általános adatait az 1. táblázat tartalmazza. A kicserélhető nátrium, az oldható sókészlet és az oldható Na-tartalom szintenkénti értékeit pedig az 1–4. ábrák szemléltetik. A 2. táblázatban tüntettük fel az alkalmazott öntözővíz minőségét, az öntözés módját, az öntözött terület alatti talajvíz mélységét jellemző számszerű mutatókat, melyek szintén az bizonyítják, hogy a vizsgált talajok típusában (ezzel összefüggésben kémiai és fizikai tulajdonságaiban) és a felhasznált öntözővizek minőségében számottevő különbségek vannak.

Az ábrák mindenek előtt kisebb-nagyobb különbségeket jeleznek az öntözött és nem öntözött talajok adatai között. Szemléletesen kifejezésre jut, hogy a kicserélhető Na-tartalom azokban az esetekben emelkedett, amikor a Na-sók részaránya megnőtt a talajoldatban.

Az ismert minőségű öntözővizek és az öntözött talajok kölcsönhatását vizsgálva tanulmányoztuk a talaj *kicserélhető Na- és oldható só-tartalmának változását*. Ezen belül a

a) hasonló minőségű vizekkel öntözött *különböző típusú* (eltérő mechanikai összetételű és vízgazdálkodású) talajokon és a

b) különböző minőségű vizekkel öntözött *azonos típusú* (de esetenként eltérő vízgazdálkodású) talajokon tapasztalt hatásokat.

c) Vizsgáltuk továbbá a szelvények sógörbéinek alakulását és kiszámítottuk a *sómérleg jellemzőit*.

A vizsgálatok értékelésénél természetesen szem előtt kell tartanunk egyrészt azt, hogy a vonatkoztatási alapként kezelt nem öntözött terület-részek talajviszonyait nem tekinthetjük teljesen azonosnak az öntözőtelepek talajainak eredeti (öntözés előtti) állapotával, másrészt a vizsgált jellemzők kapott értékei — elsősorban a vízben oldható sók mennyisége és mélységbeli eloszlása — a mintavétel időpontjában levő pillanatnyi állapotot mutatják. Hangsúlyozni kívánjuk továbbá, hogy a közölt adatokat a gyakorlatban több-kevesebb ideje üzemelő telepek talajának egyszeri vizsgálatával nyertük, így azok a szikesedésre és a sóforgalomra ható valamennyi tényező folyamatos ellenőrzésére, szerepének külön-külön történő értékelésére nem nyújtanak lehetőséget. Ezért elsősorban a tényezők összehatásaképpen kialakult változásokat kívántuk jellemezni.

1. táblázat
Az öntözetlen területek vizsgálati adatai

(1) Vizsgálat helye és mélysége cm	pH (H ₂ O)	(2) Fizikai		CaCO ₃ %	(1) Vizsgálat helye és mélysége cm	pH (H ₂ O)	(2) Fizikai		CaCO ₃ %
		agyag	homok				agyag	homok	
A) <i>Buj</i>									
0—10	7,2	14,7	85,3	Ø	G) <i>Tunyog- matolcs</i>				
10—25	6,1	17,6	82,4	Ø	0—10	7,5	74,8	25,2	Ø
25—50	7,7	16,1	83,9	Ø	10—20	7,0	78,8	21,2	Ø
50—90	8,0	7,4	92,6	Ø	20—50	7,8	75,6	24,4	Ø
90—150	8,2	6,2	93,8	8,28	50—80	7,9	79,2	20,8	Ø
					80—120	7,9	65,7	34,3	2,56
					120—150	8,0	51,7	48,3	3,84
B) <i>Vaja</i>									
0—10	7,0	23,0	77,0	Ø	H) <i>Szalmárcseke</i>				
10—20	6,5	30,2	69,8	Ø	0—10	6,8	60,9	39,1	Ø
20—50	6,7	29,8	70,2	Ø	10—25	6,5	64,7	35,3	Ø
50—90	7,2	23,0	77,0	Ø	25—55	6,3	76,5	33,5	Ø
90—110	7,8	26,0	74,0	Ø	55—90	6,5	74,9	25,1	Ø
110—150	8,0	22,4	77,6	3,84	90—150	6,6	79,9	20,1	Ø
C) <i>Nyírtugos</i>									
0—10	6,2	7,3	92,7	Ø	I) <i>Barabás</i>				
10—25	5,7	6,9	93,1	Ø	0—10	6,3	68,1	31,9	Ø
25—70	6,2	5,1	94,9	Ø	10—20	6,7	70,8	29,2	Ø
70—150	6,9	3,8	96,2	Ø	20—35	7,1	62,6	37,4	Ø
					35—60	7,5	49,3	50,7	Ø
					60—105	7,6	72,0	28,0	Ø
					105—150	7,8	59,9	40,1	1,71
D) <i>Rakamaz</i>									
0—10	7,9	30,3	69,7	Ø	J) <i>Hajdú- nánási Á. G.</i>				
10—20	8,0	52,0	48,0	Ø	0—20	8,1	49,2	50,8	Ø
20—50	7,9	54,6	45,4	Ø	20—45	8,1	45,8	54,2	1,54
50—90	7,9	58,0	42,0	Ø	45—70	8,1	44,9	55,1	3,76
90—120	7,9	60,7	39,3	Ø	70—100	8,3	50,7	49,3	16,54
120—150	7,8	73,9	26,1	Ø	100—150	8,5	54,8	45,2	21,78
E) <i>Gulács</i>									
0—10	7,4	76,0	24,0	Ø	K) <i>Hortobágyi Á. G.</i>				
10—20	7,3	78,7	21,3	Ø	0—5	7,4	57,1	42,9	Ø
20—45	6,7	83,1	16,9	Ø	5—15	7,4	59,9	40,1	Ø
45—85	8,0	68,8	31,2	Ø	15—40	7,9	63,9	36,1	2,42
85—115	8,1	68,5	31,5	Ø	40—70	8,1	70,7	29,3	3,76
115—150	7,9	86,5	13,5	Ø	70—110	8,6	67,1	32,9	17,51
					110—150	8,7	66,7	33,3	16,87
F) <i>Kérsején</i>									
0—10	7,1	38,2	61,8	Ø	L) <i>Tetélen</i>				
10—20	7,4	52,8	47,2	Ø	0—20	7,4	46,9	53,1	Ø
20—50	7,4	59,1	40,9	Ø	20—50	7,3	49,1	50,9	Ø
50—80	7,5	55,7	44,3	Ø	50—90	7,5	50,7	49,3	Ø
80—120	7,8	70,2	29,8	Ø	90—110	7,7	49,3	50,7	2,95
120—150	8,0	79,1	20,9	Ø	110—150	7,9	49,1	50,9	6,49

1. táblázat folytatása

(1) Vizsgálat helye és mélysége cm	pH (H ₂ O)	(2) Fizika		CaCO ₃ %	(1) Vizsgálat helye és mélysége cm	pH (H ₂ O)	(2) Fizikai		CaCO ₃ %
		agyag	homok				agyag	homok	
		%					%		
M) <i>Derecske</i>					O) <i>Orosháza</i>				
0—15	7,2	52,4	47,6	Ø	0—10	7,5	19,4	80,6	—
15—40	7,4	55,8	44,2	Ø	10—20	7,7	16,3	83,7	—
40—80	7,8	56,1	43,9	2,05	20—50	7,7	18,2	81,8	—
80—120	8,0	52,5	47,5	3,50	50—70	7,9	17,4	82,6	—
120—150	8,5	49,2	50,8	6,28	70—90	8,0	15,6	84,4	—
N) <i>Telek- gerendás</i>					P) <i>Hódmező- vásárhely</i>				
0—10	7,4	55,0	45,0	Ø	0—10	7,6	41,4	58,6	ny
10—30	7,5	57,5	42,5	1,28	10—20	7,9	46,5	53,5	2,4
30—60	7,9	58,7	41,3	6,75	20—50	8,0	38,9	61,1	7,5
60—70	8,0	59,3	40,7	9,05	50—70	8,1	40,4	59,6	9,0
70—110	8,0	59,6	40,4	26,64	70—100	8,0	37,9	62,1	13,2

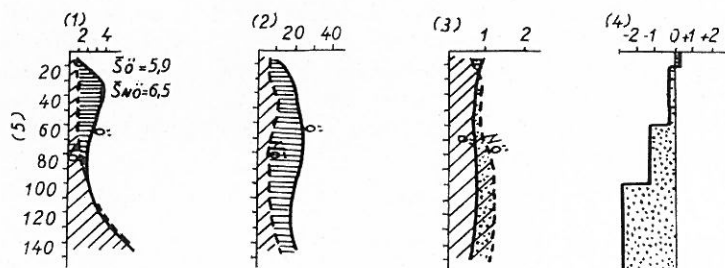
a) Az adatok meggyőzően bizonyítják, hogy két egymáshoz hasonló, ill. *ugyanazon minőségű öntözővíz különböző típusú* (különböző kémiai és fizikai tulajdonságú) *talajokon jelentősen eltérő változásokat eredményezhet* (pl. Buj, Hortobágy). Jó drénviszonyokkal rendelkező, nagy vízáteresztő képességű könnyű homoktalajon (Buj) közepes sótartalmú, kismértékben szikes vizet használva, a kicserélhető és oldható Na-tartalom csak kismértékben növekedett, a talaj sótartalma pedig — az öntözetlenhez viszonyítva — némileg csökkent és egyenletesebb mélységbeli eloszlást mutatott. A hortobágyi réti szolonyec talaj öntözésénél viszont az eredetileg is jelentős kicserélhető Na-tartalom, valamint a talaj sótartalma — az előzőhöz hasonló minőségű öntözővíz hatására — számottevően megnőtt. (Ez esetben a talaj és víz érintkezési ideje, az érintkezési felület, kezdeti Na-telítettség nagyobb. A Na becserélődésénél, a csökkent vízjárhatóság miatt, a vegyértékhatás is fokozottan érvényre jut.).

Nemcsak a fentihez hasonló minőségű, hanem a kis sótartalmú, nem szikes öntözővizek használatakor fellépő változások mértéke és iránya is számottevően függ az öntözött talaj tulajdonságaitól. Így pl. a Hajdúnánási Á. G. csernozjom réti talaján a víz a felső rétegek sókészletét és Na-tartalmát kismértékben növelte, az alsóbb szintekben viszont csökkenés volt kimutatható. Ugyanakkor — a valamivel kisebb sótartalmú, de gyakorlatilag hasonló minőségű Tisza víz — egy kötött, bázisszegény réti öntéstalaj (Gulács) vízben oldható sótartalmát gyakorlatilag nem befolyásolta, azonban a Na-tartalom az egész szelvényben emelkedett. (A talajt mindkét esetben árasztották).

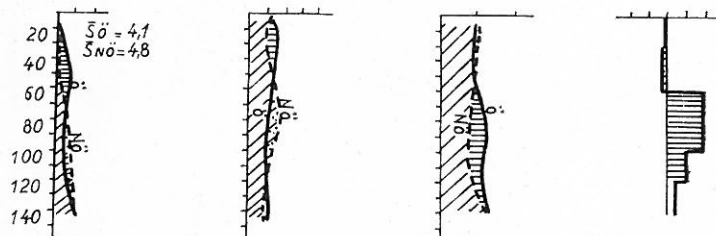
b) *Azonos genetikus típusú talajokon alkalmazott, különböző minőségű öntözővizek* hatását is számos tényező módosíthatja. Ezt bizonyítják — többek között — Telekgerendás, Hódmezővásárhely és Tetétlen réti csernozjom talajainak vizsgálati adatai.

A telekgerendási kötöttebb talajt sós (938 mg/l oldott sótartalmú) szikes vízzel öntözték és 8 évi esőztető öntözés után is csak kevésbé emelkedett a szelvény só- és Na-tartalma. A hódmezővásárhelyi karbonátos réti csernozjom

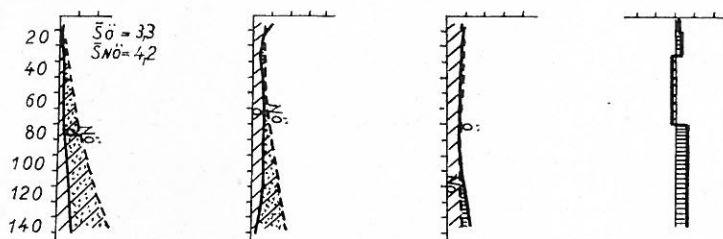
Búj



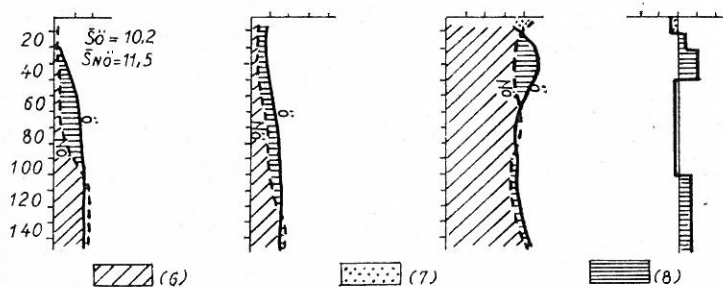
Vaja



Nyírlugos



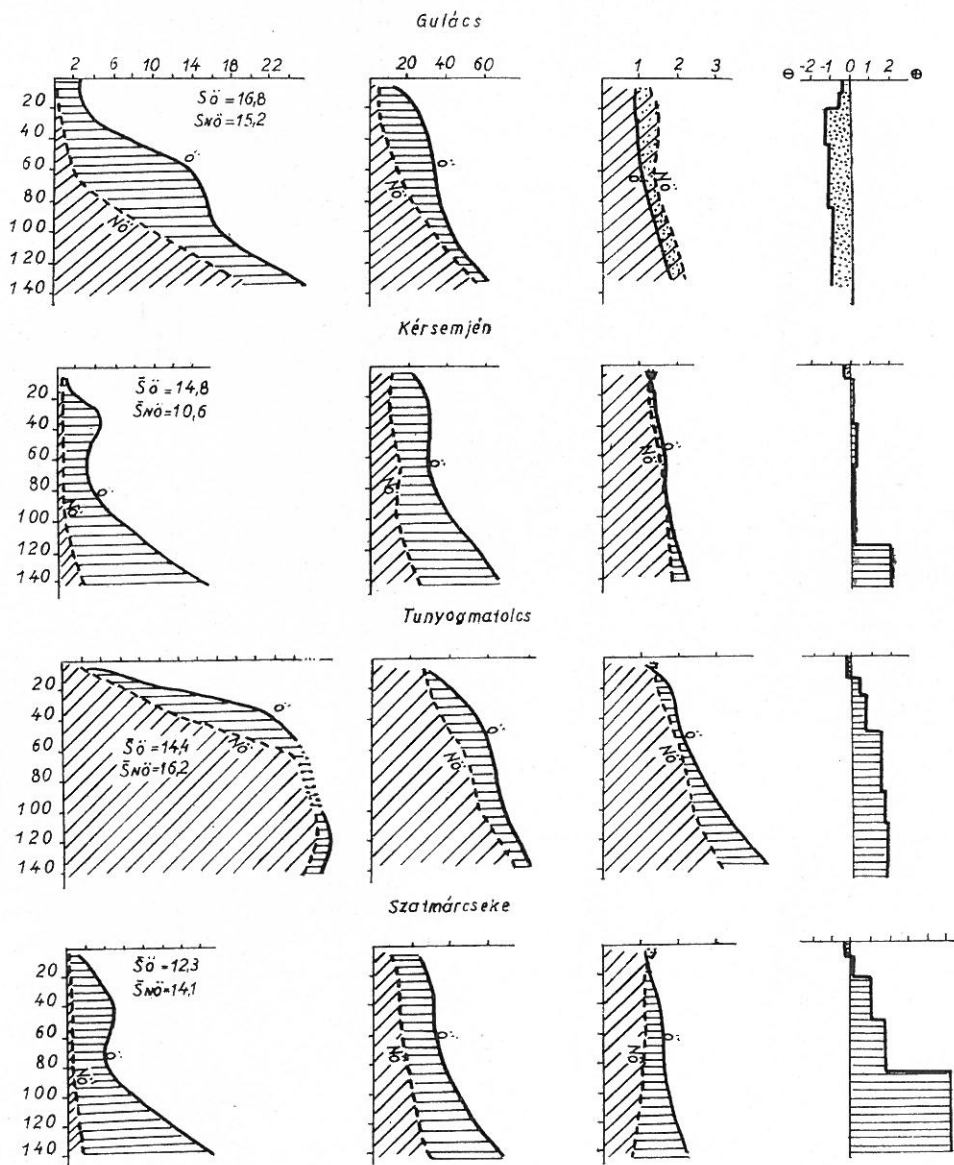
Rakamaz



1. ábra

A vizsgált öntözőtelepek jellemzőinek változása. Ö = öntözött; Nö = nem öntözött terület. (1) Kicsérélhető Na %. (2) Oldható Na %. (3) A talaj oldható sótartalma mgé/100 g. (4) Szintenkénti sómérték, t/ha. (5) Mélység, cm. (6) A talaj öntözés előtti állapota. (7) Csökkenés. (8) Felhalmozódás. S = kicsérélhető kationok összege

talaj öntözésére közepes oldott sótartalmú (794 mg/l), de nagymértékben szikes (Na %: 89) vizet használtak. Ennek ellenére a felsőbb rétegekben kifejezett szikesedés 8 év után sem mutatkozott. A szelvény mélyebb rétegeiben azonban a kicserélhető Na-mennyisége meghaladja az S-érték 5%-át. A fenti eredmények elsősorban a talaj kedvező fizikai és kémiai tulajdonságaira, részben pedig az öntözésnek az adott körülmények közötti helyes kivitelezésére vezethetők vissza.



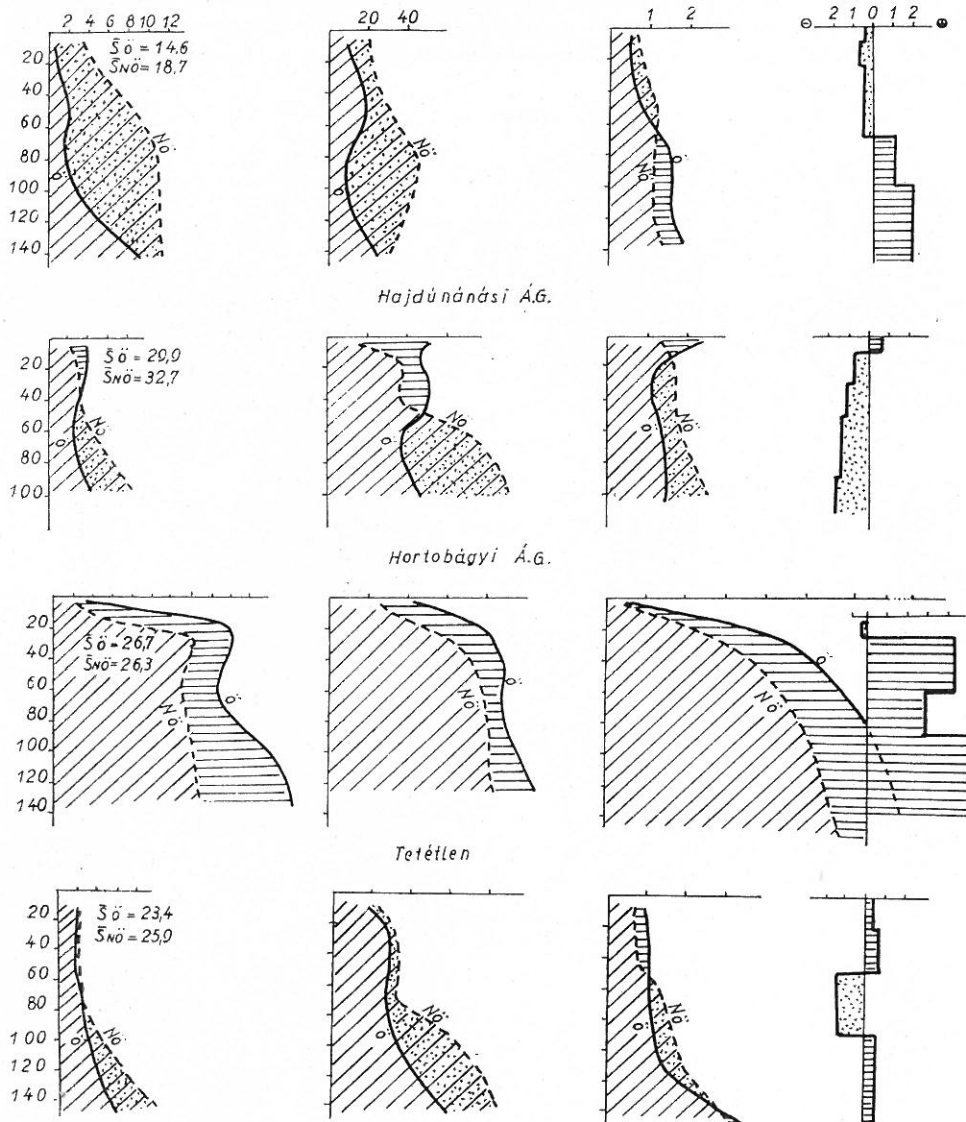
2. ábra

A vizsgált öntözőtelepek jellemzőinek változása. Jelzéseket lásd 1. ábra

A tetétleni öntözőtelepen a kis sótartalmú, enyhén szikes víz a talaj Na- és vízben oldható sótartalmát a mélyebb rétegekben csökkentette. A talaj vizsgált jellemzői kedvezőbbé váltak.

A talaj fizikai és kémiai tulajdonságainak — a víz kedvező vagy kedvezőtlen hatását nagymértékben befolyásoló — fontos szerepét a szatmárcsekei öntözőtelep talajának vizsgálati adatai is tükrözik. Annak ellenére, hogy a

Barabás

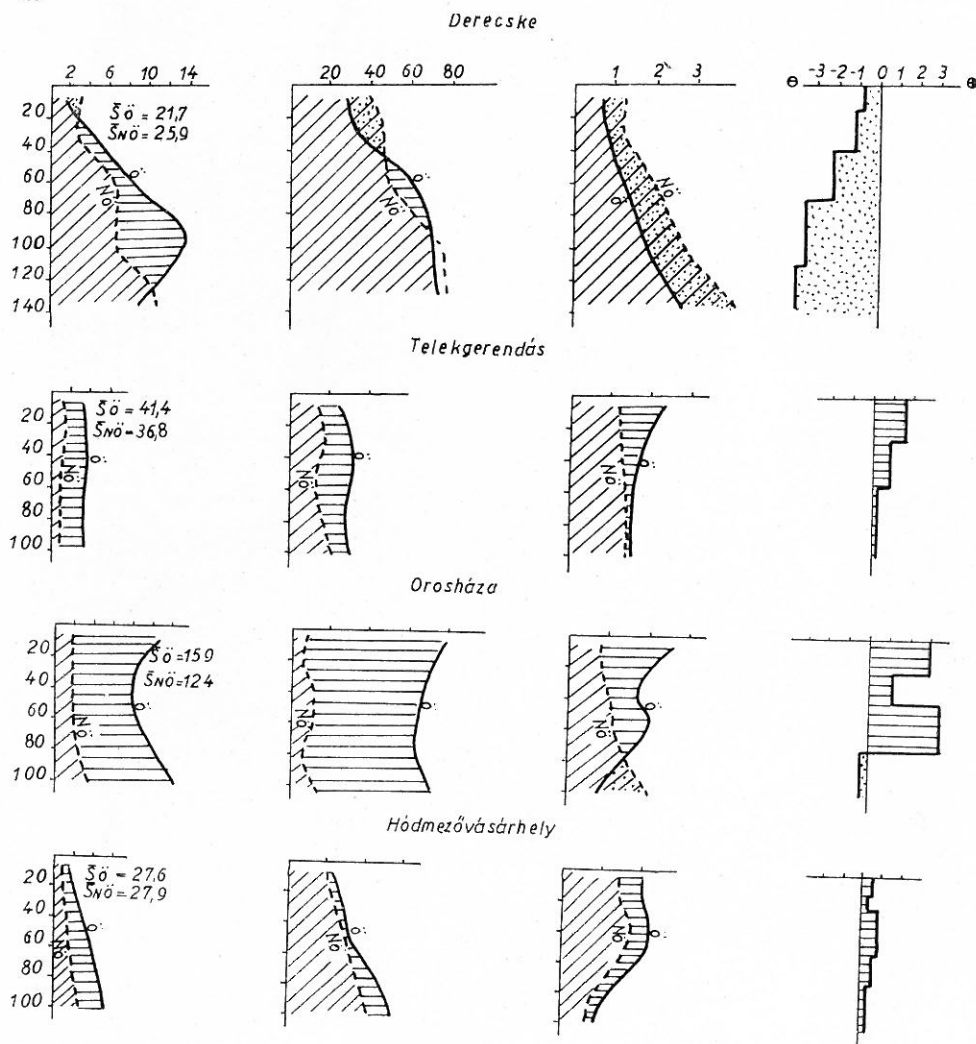


3. ábra

A vizsgált öntözőtelepek jellemzőinek változása. Jelzéseket lásd 1. ábra

felhasznált víz kis sótartalmú és egyáltalán nem szikes, a kötött telítetlen réti öntés talaj oldható és kicserélhető Na-tartalma, sótartalma figyelemre méltóan megnőtt. (A sók kilúgzódását a talajvíz is gátolta, sőt valószínűleg sóforrásként is szerepelt).

Megfigyeléseink tehát azt mutatják, hogy bizonyos esetekben, ha a talaj adottságai kedvezőek egy nagyobb sótartalmú szikes víz sem okoz számottevő szikesedést. Más feltételek között viszont egy általában nem kifogásolható minőségű víz rendszeres használata is maga után vonhatja a talaj tulajdonságainak romlását, termékenységeinek csökkenését, mely helyenként másodlagos szikesedéssel is párosulhat. E tekintetben számos esetben döntő jelentőségű az öntözésnek a talajvíz szintjére és kémiai összetételére gyakorolt hatása.



4. ábra

A vizsgált öntözőtelepek jellemzőinek változása. Jelzéseket lásd 1. ábra

2. táblázat

Talajtípus, öntözővíz minősége, talajvíz mélysége és öntözés módja

(1) Talaj származása és típusa	(2) Öntözővíz forrás	(3) Az öntözővíz kémiai jellemzői					(4) Talaj- víz mély- sége cm	(5) Öntözés módja
		pH	Sótartalom mg/l	Na %	Na ₂ CO ₃ mg/l	SAR		
A) <i>Buj</i> a) Csernozjom jellegű homok	Lónyai csatorna	8,2	690,7	42	63,4	2,48	320	Esőztető
B) <i>Vaja</i> b) Kovárványos barna erdőtálat (gyengén agyagos homok)	Víztároló	7,9	465,3	18	4,8	0,75	180	Esőztető
C) <i>Nyírlugos</i> c) Gyengén humuszos homoktalaj	Csókút	7,6	353,0	29	—	0,92	430	Esőztető
D) <i>Rakamaz</i> d) Réti öntéstalaj	Tisza	7,8	221,3	20	—	0,58	220	Felületi csörgedező
E) <i>Gulács</i> d) Réti öntéstalaj	Tisza	7,8	221,3	20	—	0,58	200	Árasztó
F) <i>Kérszemjén</i> d) Réti öntéstalaj	Tur	8,0	206,9	20	10,6	0,54	230	Árasztó
G) <i>Tunyogmatolcs</i> e) Szolonyeces réti öntéstalaj	Szamos	8,0	490,4	38	—	1,82	210	Árasztató
H) <i>Szalmárcseke</i> d) Réti öntéstalaj	Tur	8,2	206,9	20	10,6	0,54	170	Árasztó
I) <i>Barabás</i> d) Réti öntéstalaj	Csókút	7,0	286,8	15	—	0,43	180	Esőztető
J) <i>Hajdúnánási Á. G.</i> f) Csernozjom réti öntéstalaj	K-III. csatorna	7,2	285,6	21	—	0,80	140	Árasztó
K) <i>Hortobágyi Á. G.</i> g) Réti szolonyec	Hortobágyi főcsatorna	7,5	739,7	40	1,0	1,85	180	Csörgedez- tető
L) <i>Tetétlen</i> h) Mélyben karboná- tos réti csernozjom	Hamvas csatorna	7,3	291,6	40	—	1,70	280	Árasztó
M) <i>Derecske</i> i) Mélyben szolonye- ces csernozjom réti talaj	Hajdúszovát— Derecskei fő- csatorna	7,8	717,4	70	4,2	5,96	170	Esőztető + csörgedez- tető
N) <i>Telekgerendás</i> h) Réti csernozjom	Csókút	7,6	938,7	77	11,1	8,04	230	Esőztető
O) <i>Orosháza</i> j) Karbonátos alföldi csernozjom	Csókút	8,3	2348,0	91	11,76	28,9	550	Barázdás
P) <i>Hódmezővásárhely</i> k) Karbonátos réti csernozjom	Ásott kút	7,8	794,3	89	9,4	10,6	170	Barázdás

Fontos szerepet játszanak továbbá a talaj fizikai, vízgazdálkodási sajátosságai, a humusztartalom, az agyagásványok milyensége, a kolloidok telítettségének mértéke, az adszorbeált kationok mennyisége és minősége, s nem utolsósorban a talaj kevésbé oldható sóinak (CaCO_3 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) befolyása a talaj és víz közötti kémiai egyensúly alakulására. Az öntözővíz hatása ezeken kívül — amint utaltunk rá — függ az öntözés módjától az alkalmazott agrotechnikától, az összesen kiadagolt víz mennyiségétől, az öntözések számától, az éghajlati tényezőktől (elsősorban a csapadék mennyiségétől és eloszlásától) is.

Az öntözési mód szerepét tekintve általánosan megállapítható, hogy meghatározott mennyiségű ásványi anyagot tartalmazó víz végső kémiai hatását jelentősen befolyásolja az, hogy az öntözés folyamán a víz teljes egészében beszívárog-e a talajba, vagy egy része eltávozhat természetes, vagy mesterséges vízfolyás útján. Az első esetben az oldott alkotórészek túlnyomó többsége a talajban marad, a második esetben viszont csupán a nehezebben oldható vegyületek (vas-, alumínium-, szilíciumhidroxidok, kalcium- és magnéziumkarbonát, kalciumsulfát) halmozódnak fel, míg a könnyebben oldható vegyületek (magnézium- és nátriumsulfátok-, kloridok) zömmel eltávoznak a talajból. (Kedvezőtlen körülmények között a fenti hatások erőteljesen jelentkezhetnek). Másrészt egyes öntözési módok jelentős mértékben befolyásolják a talajvízszintet és a talajvízdinamikát, így közvetve is hatnak a sóforgalomra.

c) Továbbiakban a különböző vizekkel öntözött, eltérő kötöttségű és vízgazdálkodású talajok sókészletében bekövetkezett változásokra kívántunk számszerű adatokat nyerni. A sóforgalom és a sómérleg alakulására vonatkozó számításokat KOVDA [11], és DARAB [5] alapelveinek felhasználásával végeztük az alábbiak szerint.

Az öntözött talaj t/ha-ban megadott oldható sókészlete (b) kifejezhető az alábbi egyenlőséggel [5]:

$$b = (a + c) \pm d \dots\dots\dots (1)$$

ahol a = a nem öntözött talaj oldható sókészlete t/ha
 c = az öntözővízzel, a megfigyelés időpontjáig, a talajra vitt sók mennyisége t/ha
 d = a sóforgalmi tényező t/ha (a talaj sóforgalmára jellemző hatások eredője).

A sókészlet tényleges változása, a sómérleg (m) pedig megadható, mint

$$m = b - a \dots\dots\dots (2)$$

Mivel a sómérleget minden esetben célszerű figyelembe venni, a további számításokat erre vonatkoztatva is végezhetjük.

A sók kilúgzódását, ill. felhalmozódását jellemző sóforgalmi tényező — mint ismeretes — pozitív, negatív, vagy nulla lehet.

1. Ha a sómérleg pozitív (+m), s nagyobb, mint az öntözővízzel bevitt sók mennyisége, azaz $+m > c$, akkor az öntözővízen kívül más sóforrás (talajvíz, sós altalaj, stb.) is szerepet játszott a sókészlet növekedésében. A sóforgalmi tényező ez esetben a

$$+m - c = +d \dots\dots\dots (3)$$

összefüggés szerint adódik.

2/a. Ha a sómérleg pozitív ugyan (+m), de értéke kisebb, mint az öntözővízzel bevitt sók mennyisége, azaz $+m < c$,

akkor a sókészlet növekedése ellenére, az öntözővízzel bevitt sómennyiség egy része (kilúgzódás, elfolyás, stb.) eltávozott a talajszelvényből. A sóforgalmi tényező negatív előjelű lesz:

$$+m - c = -d \dots\dots\dots (4)$$

(Ha $+m = c$, akkor $\pm d = c$; ha pedig $m = 0$, $-d = c$).

2/b. Abban az esetben, ha a sómérleg negatív ($b < a$), és $-m \equiv c$, nemcsak az öntözővízzel bevitt sóhányad, hanem a csapadék és az öntözés hatására, az eredeti sókészlet egy része is kilúgzódott. Így

$$-m - c = -d \dots\dots\dots (5)$$

A sókészlet változásának, illetve a különböző sótartalmú területeken tapasztalt kilúgzódás, vagy felhalmozódás mértékének szemléletes összehasonlítása céljából, a sótartalom növekedését, vagy csökkenését az eredeti sókészlethez viszonyított %-ban is kifejeztük.

$$\pm \Delta a\% = \frac{m}{a} \cdot 100, \text{ vagy figyelembe véve a (2)-t}$$

$$\pm \Delta a\% = \left(\frac{b}{a} - 1 \right) \cdot 100 = (h - 1) \cdot 100 \dots\dots\dots (6)$$

ahol $h = b/a$ = a KOVDA által definiált szikesedési (sóforgalmi) hányados. Fentiekből következik, hogy ha $h < 1$, akkor $\Delta a\%$ negatív, ha $h > 1$, akkor $\Delta a\%$ pozitív, $h = 1$ esetén a sómérleg stabil.

A sómérlegek jellemzőit a 3. táblázatban közöljük. Az adatokból kitűnik, hogy a tényezők együttes hatásának eredményeként, a különböző talajadottságok mellett mért eredeti sókészlet (a) az esetek nagy részében nőtt (m pozitív). A sóforgalmi tényezők összetevői azt bizonyítják, hogy a sótartalom növekedése legtöbb esetben az öntözővízzel bevitt sóból adódott. (Azaz a vízzel több só került a talajba, mint ami az adott feltételek között kilúgzódni képes). A sóforgalmi tényezők előjelei viszont arra utalnak, hogy ennek ellenére — négy eset kivételével — a területeken bizonyos mértékű kilúgzódás történt. A sókészlet $-11,8$ és $+12$ t/ha között változott. A kilúgzódás legerőteljesebben Derecske, Rakamaz és Buj esetében jelentkezett. A relatív sófelhalmozódás legszembetűnőbb Orosháza ($+78\%$) és Szatmárcseke ($+58\%$) talajainál, de jelentős növekedés volt tapasztalható a hortobágyi öntözőtelepnél is.

A közölt eredmények alapján, a sóforgalomra ható legintenzívebb közvetlen tényezőnek (a vizsgált mélységig), az esetek nagy részében az öntözővizet tekinthetjük, néhány helyen azonban a talajvíz közvetlen szerepe is kimutatható az öntözött területek sótartalmának, vagy kicserélhető kationösszetételének alakulásában. A sófelhalmozódásban ezen kívül igen sokszor jelentős a magasan álló talajvizeknek az a közvetett hatása is, amely a lefelé irányuló kilúgzás lehetőségének csökkentésével, az öntözővízzel kiadagolt sók eltávozásának megakadályozásával lényegesen befolyásolja a talajok sóforgalmát. Utóbbi tényező mértékének egzakt mérlegelésére jelen vizsgálataink nem nyújtottak lehetőséget, mivel a talajvíz szintjének és kémiai

3. táblázat

Öntözött területek sómérlegének elemei

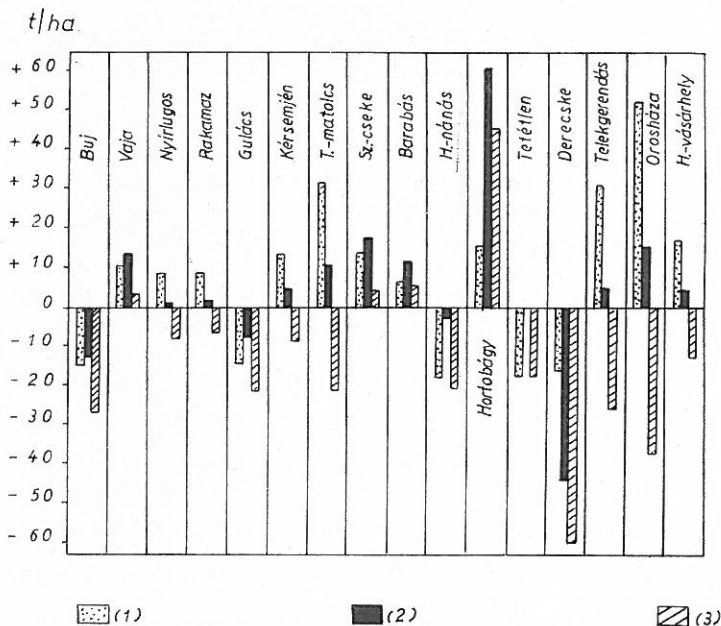
(1)	(2)	(3)		(4)	(5)	(6)	(7)			(8)	(9)		
Vizsgálati hely jele és évek száma	Szelvény mélység cm	Sókészlet a megfigyelési időszak		Sómérleg (m)	Só-forgalmi hányados $h=b/a$	Sókészlet változás % $(h-1) \cdot 100$	Öntözővíz			Talajvízből felhalmozódott sók	Só-forgalmi tényező $(d-m-c)$		
		kezdetén (a)	végén (b)				t/ha	mennyi. sége 100 m ³ /ha	só-tartalma C ₆ mg/l			talajba vitt só (c)	t/ha
A	5	150	15,13	10,93	−4,20	0,72	−27,8	75	690	5,18	—	−9,38	
B	3	150	13,96	16,72	+2,76	1,20	+19,8	45	465	2,10	0,67	+0,67	
C	14	150	6,05	6,41	+0,36	1,06	+6,0	225	350	7,88	—	−7,51	
D	14	150	25,96	27,56	+1,60	1,06	+6,2	350	222	7,77	—	−6,17	
E	6	150	10,99	7,93	−3,06	0,72	−27,9	258	222	5,73	—	−8,79	
F	8	150	21,33	23,64	+2,30	1,11	+10,8	344	206	7,09	—	−4,78	
G	8	150	30,16	35,80	+5,64	1,19	+18,7	344	490	16,86	—	−11,21	
H	7	150	14,14	22,47	+8,33	1,59	+58,9	301	206	6,20	2,13	+2,13	
I	3	150	14,24	16,61	+2,38	1,67	+16,7	45	286	1,29	1,09	+1,09	
J	13	150	13,09	10,76	−2,33	0,82	−17,8	559	285	15,93	—	−18,26	
K	3	150	35,92	48,10	+12,18	1,34	+33,9	78	739	3,14	9,03	+9,03	
L	13	150	20,26	20,25	−0,01	1,00	−0,1	559	291	16,27	—	−16,28	
M	4	150	25,63	13,82	−11,81	0,54	−46,1	60	717	4,24	—	−16,05	
N	8	110	9,93	12,62	+2,70	1,27	+27,2	120	939	16,52	—	−13,83	
O	7	90	9,35	16,63	+7,28	1,18	+77,8	105	2348	24,65	—	−17,38	
P	8	100	10,34	12,97	+2,63	1,25	+25,4	120	794	9,23	—	−6,60	

összetételének öntözés közbeni változását nem volt módunkban nyomonkövetni.

Az eltérő adottságok és körülmények között öntözött talajok sóforgalmának értékeléséhez további támpontot ad, ha az adott idő alatt bekövetkezett változásokat, mindegyik megfigyelt esetben, azonos időtartamra vonatkoztatva is értékeljük. Ehhez fel kell tételezni, hogy a folyamat csökkenő, vagy növekvő tendenciája jelentősen átmenetileg sem módosul, s az évenkénti változás megközelítően azonos. Az átszámítást — annak ellenére, hogy a kilúgzódás vagy felhalmozódás mértéke, a gyakorlatban, időben nem egyenletes — jelen esetben azért tartottuk célravezetőnek, mert ezáltal a különböző hatásidejű öntözések alatt végbement változások intenzitásának közelítő összehasonlítása megoldható. A sómérlegeket és a sóforgalmi tényezőket a legrégebbi öntözőtelepek üzemelési idejéhez közel eső időszakokra (15 év) számítva az 5. ábrán tüntettük fel.

Az ábra világosan szemlélteti a sóforgalommal kapcsolatban korábban elmondottakat. (Pozitív sóforgalmi tényezőket azokban az esetekben kaptunk, amikor $+m > c$; máshol a „d” negatív). Azonos öntözési időszak alatt — elsősorban a víz só-tartalma, az öntözés módja és gyakorisága következtében — a legtöbb só Tunyogmatolcs, Telekgerendás és Orosháza esetében került, a talajba. A kilúgzódott só-mennyiség viszont Derecske, Orosháza, Telekgerendás és Buj talajainál a legnagyobb. A talaj só-készlete pedig leginkább a hortobágyi és orosházi területen nőtt: előbbinél — a talajba juttatott viszonylag kis só-mennyiség ellenére — a talaj adottságai, utóbbinál elsősorban az öntözővíz nagy sókoncentrációja következtében.

Az eddigiekből kitűnik, hogy a vizsgált öntözött területek sókészségének, vagy Na-tartalmának növekedése a talaj kedvezőtlen vízgazdálkodási sajátosságainak, a gyenge drenáznak, más helyeken főként a víz magas só- és Na-tartalmának, ill. a fenti tényezők együttes hatásának a következménye. Bár kis sótartalmú vizek használatakor a sókészség növekedése kötöttebb talajok esetében sem volt jelentős, mégis kapcsolat mutatkozott az összesen kiadagolt sómennyiség, a talaj kémiai sajátosságai, szerkezeti adottságai és sóforgalmának alakulása között. A talaj tulajdonságainak nem megfelelő öntözővíz egyes esetekben a közeg lúgosodásához, s ezzel együtt a folyadék és szilárd fázisban a Na-ionok mennyiségének növekedéséhez vezethet még akkor is, ha a talaj sómérlege az oldható sók mennyiségének csökkenésére utal. Az eddigiek is bizonyítják, hogy a víz minősítésénél a talaj fizikai tulajdonságait, s a víz- és sómozgást befolyásoló egyéb tényezőket fokozottabban számításba kell venni. Az öntözővizek minőségére vonatkozóan általános érvényű határértékeket megadni nem lehet. Megfelelő drénezésű, jó vízgazdálkodású talajokon, a víz minőségére vonatkozóan, ezek szerint, bizonyos engedelményeket tehetünk, a nem kielégítő drénezésű, kötött talajokon történő felhasználásnál viszont (ahol a víz stagnál) nagy körültekintéssel kell eljárni, mert ilyen esetekben az általában nem kifogásolható minőségű víz is kedvezőtlen változásokat eredményezhet.



5. ábra

Az öntözött területek sómérlegének és sóforgalmának azonos hatásidőre (15 év) számított értékei. (1) Öntözővízzel bevitt sómennyiség (c). (2) Sómérleg (m). (3) Sóforgalmi tényező (d)

Összefoglalás

Különböző minőségű vizekkel öntözött tiszántúli talajok kémiai tulajdonságainak változását vizsgáltuk. A talajmintákat minden esetben az öntözött és a közvetlenül mellette fekvő, nem öntözött területekről vettük, s a

változást a nem öntözött talajok jellemzőivel történő összehasonlítás útján állapítottuk meg.

Az ismert kémiai összetételű vizek és az öntözött talajok kölcsönhatásának értékelése céljából tanulmányoztuk:

- a) a hasonló minőségű vizekkel öntözött *különböző típusú* talajok és
- b) a különböző minőségű vizekkel öntözött *azonos genetikai típusú* (de esetenként eltérő mechanikai összetételű és vízgazdálkodású) talajok kicserélhető Na- és oldható sótartalmában bekövetkezett kémiai változásokat.

c) Figyelembe vettük a sóforgalom és a sómérleg jellemzőit.

A sókészlet változásának elemzésénél, a sómérleg (m) és a sóforgalmi tényező (d) mellett tekintetbe vettük a kezdeti sótartalomra (a) vonatkoztatott, %-ban kifejezett relatív csökkenést, vagy növekedést ($\Delta a\%$), melyet a

$$\pm \Delta a\% = (h - 1) \cdot 100$$

képlet segítségével számítottunk ki. (A képletben szereplő $h = b/a$.)

Az eredményekből kitűnik, hogy bizonyos esetekben, ha a talaj adott sárgái kedvezőek, — s egyéb körülmények pl. az agrotechnika is megfelelőek — egy nagyobb sótartalmú Na-ban gazdag víz sem okozott számottevő szikesedést. Ugyanakkor egy (általános feltételek mellett) nem kifogásolható minőségű víz rendszeres használata is maga után vonhatja a talaj egyébként is kedvezőtlen tulajdonságainak romlását, mely esetenként másodlagos szikesedéshez is vezet.

A talaj sótartalma egyes esetekben az eredeti sókészlet több, mint 1,5-szeresére nőtt, máshol — annak ellenére, hogy az öntözővízzel is nagy mennyiségű só vittünk a talajra — jelentős kilúgzódás volt tapasztalható.

Összegezve megállapítható, hogy az öntözött területek sókészletének, vagy Na-tartalmának növekedése a talaj kedvezőtlen vízgazdálkodási sajátosságainak, a gyenge drenáznak, vagy pedig a víz magas só- és Na-tartalmának ill. helyenként a kettő együttes hatásának volt a következménye. Nem lehet tehát merev határokat megadni az öntözővizek só-, vagy Na-tartalmára vonatkozóan.

A víz minősítésénél a talaj fizikai tulajdonságait, s a víz- és sómozgást befolyásoló egyéb tényezőket fokozottabban számításba kell venni.

I r o d a l o m

- [1] ARANY, S.: A szikes talaj és a víz, mint a rizstermesztés tényezői. MTA Agrártud. Oszt. Közl. **8.** 387—424. 1956.
- [2] ARANY, S.: A szikes talaj és javítása. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1956.
- [3] BALLENEGGER, R. & DI GLÉRIA, J.: Talaj- és trágyavizsgálati módszerek. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1962.
- [4] DARAB, K.: Másodlagos szikesedési folyamat tanulmányozása néhány tiszántúli öntözött talajon. Kand. értekezés. Budapest. 1958.
- [5] DARAB, K.: Hazai öntözött talajok sómérlege és sóforgalma. Agrokémia és Talajtan. **10.** 305—314. 1961.
- [6] DARAB, K.: Kationkicserélődés a talajban különböző minőségű öntözővizek hatására. Agrokémia és Talajtan. **11.** 29—40. 1962.
- [7] DURAND, J. H.: L'évolution des sols sous l'influence de l'irrigation. Trav. Sect. Pédol. Soc. Sci. nat. Maroc. Bull. **60.** 1960.
- [8] FEKETE, J.: Mélyben sós réti csernozjomok víz- és sóforgalma a Hajdúszoboszlói Állami Gazdaságban. Agrokémia és Talajtan. **17.** 25—46. 1968.
- [9] HERKE, S.: A belvízrendezés szerepe a szikesek sajátosságainak változásában a Duna—Tisza közén. Hidrol. Közl. **44.** 14—20. 1964.
- [10] JACOBS, H. S., NADDIH, B. I. & DIXON, R. M.: Correlation between constituents in irrigation waters and irrigated soils in Kansas. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **25.** 404—407. 1961.

- [11] KOVDA, V. A.: Proisshozsdenie i rezsim zaszhennih pocsv. I.—II. Izd. AN SSSR. Moszkva. 1946—1947.
- [12] LONGENECKER, D. E. & LYRELY, P. J.: Chemical characteristics of soils of West Texas as affected by irrigation water quality. Soil Sci. **37**. 207—216. 1959.
- [13] RICHARDS, L. A.: Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agric. Handbook No. 60. USDA. Washington. 1954.
- [14] SIGMOND, E.: A békéscsabai öntözött szikes réten végzett sómeghatározásokról. Kísér. Közl. **5**. 1. 1902.
- [15] SZABOLCS, I. & DARAB, K.: Az oldható sók dinamikája öntözött talajokon. Agrokémia és Talajtan. **4**. 251—264. 1955.
- [16] SZABOLCS, I.: Vízrendezések és öntözések hatása a tiszántúli talajképződési folyamatokra. Akad. Kiadó. Budapest. 1961.
- [17] SZABOLCS, I., VÁRALLYAY, Gy. & DARAB, K.: A talaj és a víz közötti kölcsönhatás tanulmányozása a Duna—Tisza közén. Időszertű Önt. Kut. **33**—35. 1961.
- [18] THORNE, D. W. & THORNE, J. P.: Changes in composition of irrigated soils as related to the quality of irrigation waters. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **18**. 92—97. 1954.
- [19] VÁRALLYAY, Gy.: A Duna—Tisza közti talajok sómérlegei. I. Sómérlegek természetes (öntözés nélküli) viszonyok között. Agrokémia és Talajtan. **15**. 423—452. 1966.
- [20] VÁRALLYAY, Gy.: A Duna—Tisza közti talajok sómérlegei. II. Sómérlegek öntözött viszonyok között. Agrokémia és Talajtan. **16**. 27—56. 1967.

Érkezett: 1970. május 14.

Changes of the Chemical Properties of Irrigated Soils in the Region East of the River Tisza under the Effect of Irrigation Waters of Different Qualities

G. FILEP

National Institute for Agricultural Quality Testing, Debrecen (Hungary)

Summary

Changes of the chemical properties of soils irrigated with waters of different quality in the region east of the river Tisza have been investigated. Soil samples were taken in each case from the irrigated and from the neighbouring non-irrigated fields. The changes have been established by comparing the characteristics of irrigated and non-irrigated soils. To evaluate the interaction of waters of familiar chemical composition with the irrigated soils the following problems were studied:

The chemical changes taking place in the exchangeable Na- and water-soluble salt content of

- a) different soil types irrigated with waters of similar quality and
- b) soils of the same genetic type (but occasionally of different texture and water management properties) irrigated with waters of different qualities.
- c) The characteristics of salt regime and salt balance have also been taken into consideration.

When analysing the changes of the salt content, besides salt balance (m) and salt regime coefficient (d) the relative percental decrease or increase (Δ %) referred to the initial salt content (a) have also been taken into consideration, which were calculated on the basis of the following equation:

$$\pm \Delta a \% = (h-1) \cdot 100$$

($h = b/a$), where „b” is the final salt content and „h” is the salt regime quotient.

Results indicate that in certain cases if soil properties are favourable — and other conditions (e.g. agrotechnics) are also suitable — irrigation water even of higher salt and Na content did not result in considerable salinization or/and alkalization. In other cases the undesirable soil properties may further be deteriorated as a result of the regular application of otherwise (under normal conditions) suitable irrigation water, which may even lead to secondary salinization and/or alkalization.

In certain cases the salt content of the soil increased to 1.5 times the initial salt content, in other cases, in spite of the big amount of salt introduced into the soil with irrigation water, significant leaching took place.

It can be concluded that the increase of salt or Na content of irrigated lands was the consequence of the unfavourable water management properties of the soil, of the poor drainage conditions, or of the high salt and Na content of the irrigation water or in certain cases of the joint effect of the latter two. Consequently no inflexible limits can be fixed regarding the salt and Na content of irrigation waters.

When qualifying irrigation waters, physical properties of the soil and other factors influencing water and salt regime have to be taken into consideration to a greater extent.

Table 1. Analytical data of non-irrigated soils. (1) Place and depth of sampling. (2) Physical clay and sand %.

Table 2. Soil type, quality of irrigation water, depth of water table and method of irrigation. Soil type: *a*) Chernozem-like sand. *b*) Brown forest soil with alternating thin layers of clay substance („kovárvány”), (slightly clayey sand). *c*) Slightly humous sand soil. *d*) Alluvial meadow soil. *e*) Solonetzic alluvial meadow soil. *f*) Chernozem alluvial meadow soil. *g*) Meadow solonetz. *h*) Meadow chernozem soil calcareous in the deeper horizons. *i*) Chernozem meadow soil, solonetzic in the deeper horizons. *j*) calcareous lowland chernozem. *k*) Calcareous meadow chernozem. (2) Origin of irrigation water. (3) Chemical characteristics of irrigation water. (4) Depth of water table. (5) Method of irrigation.

Table 3. Salt balances of irrigated soils. (1) Signs of the sampling places and duration of irrigation (years). (2) Depth of soil profile, cm. (3) Salt reserve at the beginning and at the end of the period of observation. t/hectare. (4) Salt balance. (5) Salt regime quotient. (6) Changes in the salt reserve, %. (7) Irrigation water: its quantity m³/ha, salt content mg./lit. and the quantity of salt introduced into the soil t/ha. (8) Salts accumulated from the ground water t/ha. (9) Salt regime coefficient.

Figs. 1—4. Changes of soil properties in irrigated fields examined (Ö=irrigated; Nö = non-irrigated field). (1) ESP. (2) Soluble Na % (3) Soluble salt content of soil meq/100 g soil. (4) Salt balances of soil horizons, t/ha. (5) Depth, cm. (6) Before irrigation. (7) Leaching. (8) Salt accumulation. \bar{S} = Summa exchangeable cations.

Fig. 5. Salt regime constants calculated for a 15 years period. (1) Amount of salt added by irrigation water. (2) Salt balance (m). (3) Salt regime coefficient, (d).

Influence de la qualité des eaux d'irrigation sur les changements des propriétés chimiques des sols de Hongrie orientale (Tiszántúl)

G. FILEP

Institut National pour la Qualification des Produits Agraires, Debrecen (Hongrie)

Résumé

L'auteur a examiné les changements dans les propriétés chimiques des sols en Hongrie orientale (région au delà de la Tisza; nommée Tiszántúl). Dans tous les cas, les échantillons de sols étaient pris des terrains irrigués et de ceux situés tout auprès, mais non irrigués; les changements des données caractéristiques étaient ensuite comparées.

Pour évaluer les interactions entre les eaux de compositions connues et les sols irrigués, on a examiné

les changements chimiques se présentant dans la teneur en Na échangeable et en sels solubles des sols *a) de types différents*, irrigués avec des eaux de qualités similaires et *b) des sols appartenant au même type génétique* (mais se différenciant en composition granulométrique et en régime d'eau), irrigués avec des eaux de qualités différentes; *c) les caractéristiques du dynamique et du bilan des sels.*

En analysant les changements dans la teneur en sels, on a considéré, outre le bilan (m) et le coefficient du dynamique des sels (d), la diminution ou l'augmentation relative de la teneur initiale des sels (a), exprimée en % (Δa %), calculée à l'aide de la formule

$$\pm \Delta a \% = (h - 1) \cdot 100$$

(La valeur h de la formule est: $h = b/a$ ou b est la teneur finale en sels et h est le quotient du régime de sels).

Des résultats il se voit que dans certains cas, si les qualités du sol sont favorables et les autres conditions, p. ex. l'agrotechnique, sont appropriées, l'eau d'une plus haute teneur en sels et en Na n'a pas causé d'alcalisation considérable. En même temps, l'emploi régulier des eaux de qualités non contestables dans les conditions générales, peut amener dans ces sols une détérioration des propriétés et d'ailleurs défavorables et occasionnellement aboutir à une alcalisation et/ou salinisation secondaire.

En certains cas, la teneur en sels des sols s'est montée à plus d'une fois et demie de la teneur initiale, ailleurs, une lessivage prononcée a été observable, quoiqu'on ait eu apporté par l'eau d'irrigation une haute quantité de sels dans le sol.

Comme conclusion on peut établir que l'augmentation des teneurs en sels ou en Na des terrains irrigués est la conséquence du régime d'eau défavorable dans ces sols, du faible drainage, ou de la haute teneur en sels et en Na de l'eau, et en certains cas, de l'influence conjuguée des deux. Ainsi, on ne peut pas donner des limites inflexibles concernant la teneur en sels ou en sodium des eaux d'irrigation.

Pour la qualification des eaux on doit tenir compte dans une plus large mesure des caractéristiques physiques des sols, aussi que d'autres facteurs influençant le mouvement de l'eau et des sels.

Tableau 1. Analyse des sols non-irrigués. (1) Localités et profondeur du prélèvement des échantillons, cm. (2) Argile et sable physique, %.

Tableau 2. Types de sols, qualité de l'eau d'irrigation, profondeur de la nappe phréatique et manière d'irrigation. (1) Origine et type de sol. a) Sable de caractère chernozémique. b) Sol brun forestier strié (sable faiblement argileux). c) Sol sablonneux faiblement humifère. d) Sol de prairie alluvial. e) Sol de prairie alluvial, solonnetzeux. f) Sol de prairie alluvial, chernozémiforme. g) Solonetz de prairie. h) Chernozem de prairie, calcaire en profondeur. i) Chernozem de prairie, solonnetzeux en profondeur. j) Chernozem calcaire. k) Chernozem de prairie calcaire. (2) Source de l'eau d'irrigation. (3) Données chimiques de l'eau d'irrigation. (4) Profondeur de la nappe phréatique. (5) Manière d'irrigation.

Tableau 3. Données sur le bilan des sels dans les sols irrigués. (1) Localités. (A-P. voir tabl. 1.) et durée de l'irrigation, années. (2) Profondeur du profil de sols, cm. (3) Réserve de sels au commencement et à la fin de la période d'observation. (4) Bilan de sels. (5) Quotient du régime de sels. (6) Changements dans la réserve de sels, %. (7) Données sur l'eau d'irrigation: sa quantité, sa teneur en sels, quantité des sels apportés dans le sol. (8) Sels accumulés de l'eau phréatique et du sous-sol. (9) Coefficient du régime de sels.

Figs. 1-4. Changements dans les caractéristiques des installations d'irrigation examinées. (O = irrigué, Nö = non-irrigué). 1. Na échangeable, %. 2. Na soluble, %. 3. Teneur en sels solubles des sols, mequ/100 g. 4. Bilan de sels par horizons, t/ha. 5. Profondeur, cm. 6. État du sol avant l'irrigation. 7. Diminution. 8. Accumulation. S = total des cations échangeables.

Fig. 5. Valeurs du bilan et du dynamique de sels, calculées à la même période (15 ans) sur les terrains irrigués. 1. Quantité de sels apportée par l'eau d'irrigation. 2. Bilan de sels, (m). 3. Coefficient du régime de sels (d).

Изменение химических свойств орошаемых почв Затисья под влиянием оросительных вод различного химического состава

Дб. ФИЛЕП

Государственный институт по контролю за качеством почв и сельскохозяйственных продуктов, Дебрецен (Венгрия)

Резюме

Изучалось изменение химических свойств орошаемых почв Затисья под влиянием оросительных вод различного химического состава. Почвенные образцы брались с орошаемых и прилегающих к ним неорошаемых территорий и различия в химических свойствах определялись сравнением свойств орошаемых и неорошаемых почв.

Для оценки взаимодействия оросительных вод определенного химического состава с орошаемыми почвами изучались:

Изменения в содержании ионов обменного натрия и в содержании воднорастворимых солей

а) в различных типах почв, орошаемых водами одинакового химического состава
б) в одних и тех же генетических типах почв (в некоторых случаях различающихся по механическому составу и водным свойствам) при орошении водами различного химического состава.

с) Принимались во внимание факторы передвижения солей и солевого баланса. При оценке изменения состава солей, наряду с факторами баланса солей (m) и движения солей (d), учитывали, отнесенное на исходное содержание солей (a) выраженное в процентах относительное снижение или увеличение ($\Delta a\%$) содержание солей, которое рассчитывалось по формуле

$$\Delta \pm a\% = (h - 1) \cdot 100$$

(в формуле $h = b/a$).

Из полученных данных ясно видно, что в определенных случаях, если почва отличается благоприятными свойствами при прочих соответствующих условиях (например агротехника) — поливные воды, содержащие большое количество ионов натрия, не вызывают значительного засоления. В то же время (в обычных условиях) регулярное использование качественных поливных вод может само по себе привести к ухудшению неблагоприятных свойств почвы, что в определенных случаях может привести к процессу вторичного засоления.

В отдельных случаях запас солей в почве возрастал в 1,5 раза по сравнению с исходным, в других местах — в противоположность тому, что в почву с поливными водами попадало большое количество солей — наблюдалось значительное выщелачивание.

В конечном итоге можно сказать, что увеличение запаса солей и ионов натрия в орошаемых почвах происходит в результате неблагоприятных водных свойств почвы, слабого дренирования территорий или под влиянием высокого содержания солей и ионов натрия в поливных водах. В отдельных местах наблюдалось совместное влияние этих двух факторов. Поэтому нет возможности дать строгие граничные величины в отношении содержания солей и ионов натрия в поливных водах.

При качественной оценке воды необходимо учитывать физические свойства почвы и отдельные факторы, влияющие на движение воды и солей в почве.

Табл. 1. Данные анализа почвы с неорошаемых территорий. (1) Место исследования и глубина. (2) Физический песок и физическая глина в %.

Табл. 2. Происхождение почвы и ее тип: а) Черноземовидный песок; б) Коварван-ная бурая лесная почва (супесь); с) Слабогумусированный песок; d) Лугово-аллювиальная почва; е) Солонцеватая лугово-аллювиальная почва; f) Черноземовидная лугово-аллювиальная почва; g) Луговой солонец; h) Глубоко карбонатный луговой чернозем; i) Глубоко солонцеватый луговой-аллювиальная почва; g(Луговой-чернозем; j) Карбонатный алфёльдский чернозем; k) Карбонатный луговой чернозем. (2) Происхождение поливных вод. (3) Химический состав поливных вод. (4) Глубина залегания грунтовых вод. (5) Способ полива.

Табл. 3. Составные солевого баланса орошаемых территорий. (1) Обозначение места исследования и годы. (2) Глубина разреза в см. (3) Запас солей в начале и конце периода наблюдения. (4) Солевой баланс. (5) Частное динамики солей. (6) Изменение запаса солей. (7) Оросительная вода: количество, содержание солей, внесенные в почву соли. (8) Накопление солей из грунтовых вод. (9) Фактор динамики солей.

Рис. 1—4. Изменение свойств почв изучаемых орошаемых территорий (\ddot{O} = орошаемые, $N\ddot{O}$ = неорошаемые) (1) Ионы обменного натрия в %. (2) Воднорастворимые соли натрия в %. (3) Содержание воднорастворимых солей в мг. экв/100 г. (4) Запас солей по горизонтам в т/га. (5) Глубина в см. (6) Состояние почвы до орошения. (7) Снижение. (8) Накопление. S = сумма обменных катионов.

Рис. 5. Динамика солей и солевые балансы, рассчитанные на определенный период времени (15 лет) для орошаемых территорий. (1) Количество солей внесенное в почву с поливными водами (с). (2) Солевой баланс (m). (3) Факторы динамики солей (d).